

Aus der Klinik und Poliklinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten
der Freien Universität Berlin
im Städtischen Rudolf-Virchow-Krankenhaus
Direktor: Professor Dr.med. Hans Wolfgang Spier

Desinfektion
experimentell pilzinfizierter Fußbekleidung
mit Formaldehyd

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Helga Ropelius
aus Berlin

1963

Aus der Klinik und Poliklinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten
der Freien Universität Berlin
im Städtischen Rudolf-Virchow-Krankenhaus
Direktor: Professor Dr. med. Hans Wolfgang Spier

Desinfektion
experimentell pilzinfizierter Fußbekleidung
mit Formaldehyd

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Helga Ropelius

aus Berlin

Dekan: Professor Dr.med. Bernhard Schmidt

Referent: Professor Dr.med. Rudolf Kaden

Korreferent: Professor Dr.med. Bernhard Schmidt



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Promoviert am 10. Oktober 1963

DESINFEKTION
EXPERIMENTELL PILZINFIZIERTER FUSSBEKLEIDUNG
MIT FORMALDEHYD

INHALTSÜBERSICHT

Einleitung und Problematik	1
Material und Methode	9
Ergebnisse	17
Diskussion	32
Zusammenfassung	40
Literaturnachweis	42

Der Dermatophytenbefall des Fußes, die *Tinea pedis*, stellt ein häufiges Krankheitsbild dar, dessen Klinik und Mykologie allgemein bekannt sind. Bei den meisten Fußpilzkranken sitzen die Mykoseherde zwischen den Zehen. Man spricht dann von Interdigitalmykose. Sind die Nägel betroffen, so liegt eine Onychomykose vor.

In der Bekämpfung der Fußmykosen, ob nun eine leichte oder eine schwere Erkrankung besteht, spielt auch die Desinfektion der Bekleidung und der täglichen Gebrauchsgegenstände eine wesentliche Rolle. Eine erfolgreiche Therapie hängt von der Mitarbeit des Patienten ab, besonders von der Sorgfalt in der Ausführung der Desinfektionsvorschriften, die deshalb möglichst einfach und praktisch zu handhaben sein sollen. Dabei lautet aber die Forderung, sämtliche Pilzerreger völlig unschädlich zu machen, um auf diese Weise den Kreis von Infektion und Reinfektion zu durchbrechen.

Die Verbreitung der Fußmykosen unter der Bevölkerung sei hier nochmals in groben Zügen erwähnt, um dadurch die Bedeutung und aktuelle Problematik dieser Erkrankung hervorzuheben; denn nach POLEMANN (1955) beträgt die dermatomykotische Durchseuchung der deutschen Bevölkerung 50 %, nach KLÖVEKORN (1960) leidet jeder 5. Westeuropäer an einer Fußmykose, während nach dem amerikanischen Schrifttum jeder Mensch einmal eine Mykose durchmacht (KAPPEL 1960).

Es liegen eingehende Statistiken vor, die den Pilzbefall unter der Bevölkerung und besonders unter bestimmten Berufsgruppen wiedergeben. So sei auf die Arbeit von VOSS (1961) hingewiesen, der auch einen Einblick in die Statistik der *Tinea pedis* bei verschiedenen Berufsgruppen, sowie bei Armeeingehörigen und Gefängnisinsassen gibt (EMMERSON 1951; MEMMESHEIMER 1936; STURDE 1961; ZWEILING 1955). Erwähnenswert ist vor allem der erhebliche Prozent-

satz an Mykosen bei Bergleuten (CARRIE u. ZANTOPF 1941; ESPELAGE 1954; KELLER 1961; PRIMAVESI 1957; WILDE 1955, 1956). PRIMAVESI (1957) spricht von 70 %, ESPELAGE (1954) sogar von 75,7 % Durchseuchung der Belegschaften. PRIMAVESI (1957) und KELLER (1961) weisen daher eingehend auf die Therapieprobleme der Interdigitalmykosen bei Bergarbeitern hin.

Die Fußmykose häuft sich überall dort, wo in feucht-warmen Milieu gearbeitet wird. Vorwiegend ist sie auch bei Trägern von Gummischuhen anzutreffen (s. HANSEN und RIETH 1957). SCHIRREN (1956), HANSEN und RIETH fanden bei der Belegschaft eines Gummiwerkes in 75,5 % Fußmykosen, weil die meisten Arbeiter Gummischuhe trugen. Aus diesem Grunde brachte die Firma PHOENIX einen Arbeitsschuh aus antimykotischem Gummimaterial heraus (GÖTZ 1958, SCHIRREN 1957). Es sei hier erwähnt, daß es auch Strümpfe gibt, die antimykotisch imprägniert sind, um den weit verbreiteten Fußpilzerkrankungen vorzubeugen.

Sportler sind ebenfalls häufig von der Interdigitalmykose befallen, weshalb die Amerikaner bei der Tinea pedis von "athlet's foot" sprechen. Ein weiteres Beispiel für die Verseuchung der Bevölkerung liefert GIBBSON (1959), der in Reihenuntersuchungen bei Schulkindern einen mit dem Alter steigenden Prozentsatz an Interdigitalmykosen fand (s. SCHEFFLER 1958).

Aus all diesen Angaben erkennt man die Wichtigkeit, die Fußmykose zu behandeln und zu beseitigen, zumal sie in ihrer Symptomatik, die hier als bekannt vorausgesetzt werden darf, dem Patienten oft lästige Beschwerden verursacht und bisweilen durch Superinfektion und daraus folgenden Komplikationen zu langer Arbeitsunfähigkeit führt.

Die Statistiken von GRIMMER (1959) zeigen, daß das Trichophyton rubrum (CASTELLANI) und das Trichophyton mentagrophytes

phytes (KAUFMANN-VOLF), beide aus der großen Gruppe der Fadenpilze, als Haupterreger der Dermatophytien vorkommen, wobei in den letzten Jahren in etwa 70 % der Fälle *Trichophyton rubrum* in den Mykoseherden gefunden wurde. Näheres über das Vorkommen der beiden Erreger mit einem historischen Überblick liefert KERNN (1961) in seiner Arbeit.

Hier soll vielmehr auf die Lebensbedingungen und den Infektionsweg der Erreger eingegangen werden, deren Kenntnis für eine erfolgreiche Therapie der Fußmykosen Voraussetzung ist.

Sehr aufschlußreich sind die folgenden Beobachtungen: GÖTZ (1961) beschreibt, daß es in der Türkei nach der Einführung der Mode, geschlossene Schuhe zu tragen, zu einem Anstieg der Fußmykosen gekommen ist. In ihrer Veröffentlichung weisen GÖTZ und ELSNER (1961) darauf hin, daß in der strumpfarmen Zeit der Jahre 1946-1948 der Prozentsatz der Frauen mit *Tinea pedis* gering war, wahrscheinlich weil vielfach nur luftige Sandalen getragen wurden. Die Zunahme der Fußmykosen durch die modernen Strümpfe aus Perlon, einer synthetischen Polyamidfaser, ist mehrfach in verschiedenen experimentellen Untersuchungen erklärt worden.

Nach GÖTZ und ELSNER (1961) sind Polyamidfaserstrümpfe Wegbereiter für die Entwicklung von Fußmykosen. Polyamidfasern sind zwar in Form des Strumpfgewirkes gut wasserdurchlässig, saugen aber schlecht die Feuchtigkeit auf, da sie kapillararm und quellarm sind. Hinzu kommt die Einengung des Fußes in den geschlossenen Raum des Schuhs, so daß die Feuchtigkeit nicht abdunsten kann. Stattdessen bildet sich ein Kondensationsfilm auf der Haut, wobei der Raum zwischen den Zehen am feuchtesten ist. So spricht auch MECHEELS (1957) von einer Überfeuchtung besonders der Interdigitalräume, so daß die Haut dort aufweicht. Durch Mazeration verliert sie ihren natürlichen Schutz und liefert einen günstigen Boden für die Dermatophyten. Infolge

mangelhafter Schweißabdunstung steigt die Hauttemperatur am Fuß. So besteht in einem schlechtbelüfteten Schuh und vor allem auch bei Trägern von Kunstfaserstrümpfen ein feuchtwarmes Milieu, das das Pilzwachstum erfahrungsgemäß begünstigt.

Nach POLEMANN (1961) haben die Dermatophyten ihr Wachstumsoptimum bei größtmöglicher Luftfeuchtigkeit, also über 97 %, bei einer Temperatur von + 27°C und einem P_H -Wert von 6,8 - 7,0. Diese günstigen Lebensbedingungen für die Dermatophyten sind am Fuß in einem schlechtbelüfteten Schuh gegeben: Indem der Schweiß kaum abdunstet, herrscht hohe Luftfeuchtigkeit. Auch beträgt die Temperatur des Vorfußes meist 27°C. Zwar liegt der normale P_H -Wert der Haut im sauren Bereich, nach PECK (1952) schwankt er von 2,7 bis 6,6, durch die Überfeuchtung der Haut und die Mazeration wird er jedoch ins Alkalische verschoben. Damit liegen also günstige Bedingungen für die Ansiedlung von Fußpilzen vor.

Die Infektion erfolgt exogen. Die Keime kommen direkt von außen auf die Haut. AMREIM (1953) und POLEMANN (1955) berichten von einer Zunahme der Fußmykosen in den Sommermonaten. In dieser Zeit kommen die Füße, vor allem in den Badeanstalten, mit vielen Gegenständen in Berührung, die Pilzreservoirs sein können (JUNG 1953); denn man hat hautpathogene Pilze weit verbreitet gefunden: im Erdboden, auf Holz, Stroh, Tang und Schutt (FISCHER, E. 1951). Vermutlich verseuchen fußpilzkranken Menschen die Umgebung, mit der ihre Füße in Berührung kommen, wie z.B. Turnhallen und Sportplätze, Holzroste und Turngeräte, Fußböden in Badeanstalten und Duschräumen. Von dort aus gelangen die Pilzerreger wieder auf die menschliche Haut und siedeln sich dort an, wo der natürliche Schutz fehlt (WEUFFEN 1959), also besonders in den Interdigitalräumen. Da die Strümpfe und Schuhe den innigsten Kontakt mit den pilzbefallenen Hautpartien haben, sind Dermatophyten vornehmlich in der

Fußbekleidung zu finden (AJELLO 1954; BERBERIAN 1938; BROUGHTON 1955; FISCHER, E. 1951; JAMIESON 1941; KERNN 1961; VOSS 1961).

An tierischen Fasern, wie Wolle und Filz, haften die Pilze besonders gut (POLEMANN 1957). Auch synthetische Polyamidfasern können Pilzträger sein. Wie G.W. FISCHER (1952) beschreibt, dringen dabei die Pilzfäden nicht in die Fasern ein, sondern umspinnen sie lediglich.

Polyamid ist lipophil. So werden die Fasern nach längerem Tragen gleichsam mit Hauttalg imprägniert. Hinzu kommen Epithelschüppchen, Schweiß- und Schmutzteilchen, vor allem auch bei mangelnder Fußhygiene, so daß die Fußpilze in ihrer Anspruchslosigkeit auf den Strümpfen einen Nährboden finden.

Pilzsporen zeichnen sich bekanntlich durch ihre Resistenz gegenüber Schwankungen der Umweltfaktoren wie Temperatur, Feuchtigkeit und Nährboden, aus und bleiben auch unter schlechten Lebensbedingungen lange Zeit virulent. BROUGHTON (1955) konnte z.B. aus Strümpfen, die 5 Monate nicht getragen worden waren, noch Dermatophyten züchten. VOSS (1961) erhielt aus infizierten Strümpfen von Patienten mit Fußmykosen positive Dermatophytenkulturen, obwohl er die Strümpfe 4 Monate bei + 4°C im Kühlschrank aufbewahrt hatte. 1938 bewies BERBERIAN bereits die Anspruchslosigkeit von Trichophyton mentagrophytes, das er auf einem Nährboden von Seide, Baumwolle und Wasser kultivierte.

KERNN (1961) erbrachte in seiner Arbeit den Nachweis pathogener Pilze in Bekleidungsstücken. VOSS (1961) zählt in seinem Überblick die einzelnen Autoren auf, die kulturell Dermatophyten aus der Fußbekleidung gewonnen haben.

Venn nun, wie kulturell nachgewiesen wurde, die Strümpfe von Patienten mit Tinea pedis häufig pilzinfiziert sind,

ist anzunehmen, daß auch in den Schuhen Pilzsporen vorhanden sind. Diese Annahme wurde bestätigt, denn SCHÄFER und HAAS (1958) gelang es, aus Materialproben des Schuhinneren Dermatophyten zu züchten. Bereits JAMIESON (1941) fand bei 160 Fußmykosepatienten in 40 % pathogene Dermatophyten im Schuhwerk.

Sind also Schuhe und Strümpfe ein Pilzreservoir, dann muß diese Infektionsquelle bei der Mykosebehandlung unbedingt berücksichtigt werden. (GÖTZ 1952; HENDERSON 1932; KUSKE 1950; MÜHLENS 1957; SAMEL 1955; STEGNER 1956; WEILE 1951)

KAPPEL (1960) fordert auf Grund ihrer Untersuchungen laufende Strumpfdesinfektion, denn der gewöhnliche Waschprozeß beseitigt zwar den größten Teil der Pilzerreger, reicht aber nicht zur Entfernung sämtlicher Dermatophytenkeime aus, wie PFISTER (1952) und VOSS (1961) in ihren Arbeiten bewiesen haben.

Bei der Therapie der Tinea pedis ergibt sich also erstens die Notwendigkeit der Pilzbekämpfung am Patienten selbst - z.B. durch orale Griseofulvintherapie (RIEHL 1959; WALTHER 1962; ADAM 1959) oder eine gründliche antimykotische Lokalbehandlung - und zweitens die Notwendigkeit einer gleichzeitigen und anschließenden Desinfektion aller Dinge, mit denen die pilzinfizierte Haut in Berührung gekommen ist. Deshalb muß auch die Fußbekleidung sorgfältig desinfiziert werden, um sowohl eine Reinfektion des Erkrankten auszuschalten, als auch die Weiterverbreitung der Pilze und damit die Infektion anderer Individuen zu verhindern, wie es doch leicht gegeben ist in einer Wohngemeinschaft, wo es z.B. durch gemeinsam benutzte Strümpfe, Schuhe oder Hausschuhe zu einer Familieninfektion kommen kann. Die Möglichkeit der Reinfektion durch die infizierte Fußbekleidung wird als wesentlicher Faktor für die Hartnäckigkeit und Langwierigkeit der Fußmykosen angesehen (KADEN 1962).

Patienten mit Fußmykosen werden daher auf die Wichtigkeit der Desinfektion ihrer Bekleidung und Einrichtungsgegenstände vom behandelnden Arzt hingewiesen.

An der Hautklinik der Freien Universität Berlin erhalten die Dermatomykosepatienten ein Merkblatt mit der Desinfektionsvorschrift für Schuhe, Handschuhe, Strümpfe, Badewatten, Fußböden und Handtücher.

Es sind verschiedene eingehende Untersuchungen durchgeführt worden, um praktische, leicht zu handhabende, aber voll wirksame Methoden zur Desinfektion vor allem der Fußbekleidung zu finden. VOSS (1961) hat in seiner Arbeit eine brauchbare und einfache Art speziell zur Desinfektion der Polyamidfaserstrümpfe, wie sie jetzt als Perlon- oder Nylonstrümpfe am meisten getragen werden, angegeben, wobei er eine 1 %ige Formaldehydseifenlösung empfiehlt. Im vorliegenden Merkblatt der Hautklinik der Freien Universität Berlin wurde zur Desinfektion von Lederhandschuhen und Lederschuhwerk eine Formalintablette empfohlen, die in jeden Schuh hineingelegt werden sollte, wonach der Schuh in Zeitungspapier einzuwickeln war. An der Zweckmäßigkeit dieser Vorschrift kamen im Verlauf der Zeit Zweifel auf, zumal Überlegungen vorlagen, die darauf hinaus gingen, die Desinfektionswirkung durch eine Änderung der Vorschrift zu verbessern. Bei der angegebenen Methode kann nämlich nur Formaldehydgas, soweit es von der Formalintablette freigesetzt wird, auf die Pilzsporen im Schuh einwirken. Es ist hierbei anders als bei der Waschesinfektion der Strümpfe, wobei Formaldehyd in wässriger Lösung das ganze Strumpfgewirk durchtränkt und auf diese Weise die Keime abtötet.

Die Frage nach der Desinfektionswirkung von Formaldehydgas auf pilzinfiziertes Material gab die Anregung zu dieser Arbeit.

In den folgenden experimentellen Untersuchungen soll daher die Desinfektionskraft von Formaldehyd als Gas oder Dampf unter verschiedenen Versuchsbedingungen geprüft werden, um daraus eine praktisch brauchbare Methode zur Desinfektion verpilzter Schuhe abzuleiten.

M A T E R I A L U N D M E T H O D E

Die Desinfektionsversuche wurden erstens an pilzinfizierten Polyamidfaserstrümpfen und zweitens an pilzinfiziertem Leder durchgeführt. Das Entscheidende bei allen Versuchen war, daß im Gegensatz zu der Waschdesinfektion auf Grund der Versuchsanordnung der Formaldehyd lediglich entweder ohne Wasser als Gas oder zusammen mit Feuchtigkeit als Dampf das Desinfektionsgut erreichen konnte.

Da durch die bereits genannten Autoren nachgewiesen wurde und es sich auch immer wieder bestätigte, daß in der Praxis die Fußbekleidung von Patienten mit *Tinea pedis* zu einem großen Prozentsatz mit pathogenen Dermatophyten verseucht ist, konnte für die Versuchsreihen künstlich infiziertes Material verwendet werden, zumal ja der Schwerpunkt dieser Arbeit auf der Desinfektionsprüfung des Formaldehyds liegt.

So wurde zunächst künstlich infizierter Perlonstrumpf der Desinfektion mit Formaldehyd unterzogen. Der Perlonstrumpf ist, wie die Umfrage ergibt, der am häufigsten getragene Polyamidfaserstrumpf. Er wurde benutzt, um möglichst wirklichkeitsnahe Bedingungen zu haben und für die Praxis möglichst direkt anwendbare Ergebnisse zu erzielen.

Für die Versuchsreihen wurden nun aus einem fabrikneuen Perlonstrumpf etwa $1/4 \text{ cm}^2$ große Vierecke geschnitten und dann nach der folgenden Beschreibung künstlich pilzinfiziert. Die Strumpfteilchen wurden in zwei Gruppen eingeteilt, von denen die eine mit einer Pilzaufschwemmung von *Trichophyton mentagrophytes*, die andere mit einer Pilzaufschwemmung von *Trichophyton rubrum* durchtränkt wurde.

Es sind hier die beiden bereits erwähnten Haupterreger der Tinea pedis gewählt worden. Die verwendeten Kulturen waren etwa 6 Wochen alt und stammten jeweils von einer Kultur, die direkt von einem Mykoseherd gewonnen war. Beide Dermatophyten bilden ein reichliches, weißes Myzel. Trichophyton rubrum unterscheidet sich makroskopisch von Trichophyton mentagrophytes nur durch die Bildung eines roten Farbstoffes, der den Nährboden an der Unterseite der Pilzkultur anfärbt. Allerdings ist diese Pigmentbildung nicht unbedingt charakteristisch für Trichophyton rubrum, und man benutzt feinere Methoden zur Differenzierung, z.B. den Haarkulturtest nach GEORG (s. POLEMANN 1961). Dieser Test ist für Trichophyton rubrum negativ, für Trichophyton mentagrophytes positiv, da nur Trichophyton mentagrophytes das Haarkeratin angreift. Von beiden Pilzkulturen wurden für die Pilzsuspensionen jeweils 8 bis 10 Ösen des weißen Pilzrasens unter sterilen Bedingungen mit feinem Sand in einem kleinen Mörser verrieben und dann in etwa 10 ml steriler physiologischer NaCl-Lösung aufgeschwemmt. Hierin wurden jeweils ungefähr 150 der Strumpfquadrate eingeweicht und, nachdem sie gut durchtränkt waren, wieder herausgenommen und einzeln nebeneinander in sterile Petrischalen zum Trocknen ausgebreitet. Um eine zusätzliche Infektion mit Luftkeimen möglichst gering zu halten, mußten die Petrischalen geschlossen werden. Deshalb dauerte es mindestens 4 bis 5 Tage, ehe die Strumpfproben bei Zimmertemperatur trocken waren, während sonst in einem luftigen Raum die Feuchtigkeit wesentlich schneller abdunstet, wie es sich ja praktisch beim Trocknen gewaschener Perlonstrümpfe zeigt.

Leider erwies sich aber das mit Trichophyton rubrum künstlich infizierte Strumpfgewirk für die Versuchsreihen als unbrauchbar, da auch bei mehrfacher Wiederholung an neuem Material der pathogene Pilz stets von Verunreinigungen überwuchert war. Die ubiquitären Keime am Strumpf konnten

nicht durch Sterilisation beseitigt werden, da die Polyamidfaser bekanntlich hitzeempfindlich ist.

Das Trichophyton mentagrophytes war von größerer Vitalität, und die mit Trichophyton mentagrophytes infizierten Strumpfproben eigneten sich gut für die folgenden Versuchsreihen.

Das Desinfektionsmittel bei allen Versuchen war Formaldehyd, der in Formalintabletten in trockenem Zustand enthalten ist. Eine Tablette besteht aus 1,0 g reinem gepreßtem Paraformaldehyd. Beim Eindampfen oder Eindunsten einer wässrigen Formaldehydlösung polymerisiert der Aldehyd zu kettenförmigen Acetalen und bildet eine mikrokristalline weiße Masse von Paraformaldehyd (= Polyoxymethylen). Diese Polymerisation ist reversibel, so daß sich beim Erhitzen oder in Gegenwart von Säuren oder Alkalien monomerer Formaldehyd regeneriert (ROMPP 1956). Auch bei Zimmertemperatur wird ständig ein gewisser Teil Formaldehydgas freigesetzt. Es ist nun wichtig zu wissen, ob dieser Anteil ausreicht, Mikroben - in unserem speziellen Falle Dermatophyten und ihre Sporen - abzutöten.

Da es sich bei der Formaldehyddesinfektion um einen chemischen Vorgang handelt, ist sie in ihrem Ablauf abhängig von der Formaldehydkonzentration, von der Temperatur und schließlich der Dauer der Einwirkung. So wurden bei den Versuchsreihen mit Formalintabletten zunächst steigende Konzentrationen des Formaldehydgases gewählt.

Die erste Versuchsreihe soll Antwort geben auf die entscheidende Frage, ob Formaldehyd in trockenem Milieu desinfiziert. Die Versuchsanordnung war folgendermaßen: Mindestens 12 getrocknete Strumpfproben wurden unter sterilen Bedingungen einzeln und in randständiger Anordnung jeweils in 5 Petrischalen von 12 ml Rauminhalt gelegt. In die Mitte der ersten Petrischale kam lediglich 1/8 Teil

einer Formalintablette (= 0,125 g Paraformaldehyd). Es bestand kein direkter Kontakt zwischen dem Desinfektionsmittel und dem Desinfektionsgut, so daß allein das freiwerdende Formaldehydgas sich desinfektionstüchtig zeigen konnte. In gleicher Weise kam in die zweite Petrischale 1/4 Formalintablette (= 0,25 g Paraformaldehyd), in die dritte 1/2 (0,5 g Paraformaldehyd), in die vierte eine ganze Formalintablette (1,0 g Paraformaldehyd) und in die fünfte 2 Formalintabletten (= 2,0 g Paraformaldehyd). Die Petrischalen wurden geschlossen und bei 18°C Zimmertemperatur aufbewahrt. Nach 24 Stunden wurden aus jeder Petrischale je 6 Strumpfproben genommen und auf SABOURAUD Agar mit Actidionezusatz verimpft. Von den restlichen Strumpfproben wurden erst nach weiteren 24 Stunden Kulturen angelegt, so daß bei ihnen das Formaldehydgas insgesamt 48 Stunden einwirken konnte. Dieselbe Anordnung wurde bei einer Temperatur von 36°C wiederholt, wobei die Petrischalen in den Brutschrank gestellt wurden. Wichtig war auch bei dieser Versuchsreihe die völlige Trockenheit, in der der Formaldehyd wirken sollte.

Gleichzeitig wurden bei jeder Versuchsreihe Strumpfproben verimpft, die nicht mit Formaldehyd in Kontakt gekommen waren. Auf diese Weise wurde kontrolliert, ob die Strumpfproben überhaupt mit Erfolg pilzinfiziert waren.

Die eben geschilderte Versuchsanordnung wurde im Prinzip bei allen weiteren Desinfektionsprüfungen beibehalten. Es wurden lediglich die Versuchsbedingungen hinsichtlich Temperatur, Einwirkungsdauer, Formaldehydkonzentration, Feuchtigkeit und Desinfektionsmaterial variiert.

Die zweite Versuchsreihe wurde dahingehend abgeändert, daß nicht trockene, sondern feuchte pilzinfizierte Strumpfproben dem Einfluß verschiedener Paraformaldehydkonzentrationen ausgesetzt wurden. Die Temperatur von 18°C und die Einwirkungszeit von 24 Stunden blieben gleich, während

die eine Gruppe von Strumpfteilchen mit $\frac{1}{8}$ Teil einer Formalintablette (= 0,125 g Paraformaldehyd), die andere mit $\frac{1}{4}$ (= 0,25 g Paraformaldehyd), die dritte mit $\frac{1}{2}$ (= 0,5 g Paraformaldehyd) und die vierte mit einer ganzen Formalintablette (= 1,0 g Paraformaldehyd) in der oben dargestellten Weise in einer Petrischale zusammengebracht wurden.

Auf Grund der Überlegungen, daß den Strumpfteilchen nach der Desinfektion Formaldehyd anhaften und möglicherweise das Pilzwachstum auf dem Nährboden verhindern könnte, wurde ein Teil der feuchten verpilzten Strumpfproben nach der Formaldehyddesinfektion 3 Tage zur Entlüftung in einer sterilen Petrischale ohne Desinfektionsmittel aufbewahrt. Erst danach wurden die Strumpfproben auf Nährböden verpflanzt. Diese mögliche Ursache einer Pilzwachstumshemmung konnte jedoch später außer acht gelassen werden, denn es zeigte sich kein Unterschied in den Ergebnissen. Darauf wurde die Desinfektionswirkung formaldehydhaltiger Lösungen auf Trichophyton mentagrophytes am Polyamidfaserstrumpf untersucht. Dazu wurde eine 8%ige Formaldehydlösung und als 8%ige Formaldehydseifenlösung unverdünntes Lysoform benutzt, da in Lysoform Formaldehyd gerade zu 8 % enthalten ist. Anstelle einer Formalintablette wurde jetzt ein etwa 200 cm² großer, zusammengewickelter Leinenlappen, der mit 2 ml Desinfektionslösung getränkt war, in die Mitte der Petrischale gelegt, wobei wiederum keine direkte Berührung zwischen dem Desinfektionsmittel und den Strumpfteilchen zustande kam. Die Wirkung war also allein auf den freigesetzten Formaldehyddampf beschränkt.

Die Versuche am Polyamidfaserstrumpf ließen bereits auf entsprechende Ergebnisse am pilzinfilzierten Leder schließen. Insbesondere die Desinfektionswirkung des Formaldehyds auf verpilztes Leder stand im Mittelpunkt des Interesses, da ja die Grundlage einer wirksamen Schuhdesinfektion bei Fußmykosen geprüft werden sollte. Als

Material für diese Untersuchungen diente Handschuhleder.

Bei der künstlichen Infektion von Leder mit Pilz suspensionen ergaben sich jedoch trotz mehrfacher Wiederholung Schwierigkeiten. Entweder wuchsen auf dem Leder nach der Infektion Schimmelpilze oder es konnten von den Lederstückchen, obwohl sie mit Dermatophyten infiziert waren, keine positiven Kulturen im Kontrollversuch gewonnen werden. Deshalb wurden für die Desinfektionsversuche die Lederproben nach der von SCHÄFER und HAAS (1958) angegebenen Methode infiziert.

Es wurde jeweils von *Trichophyton mentagrophytes* und *Trichophyton rubrum* eine Kultur in einer Petrischale angelegt, auf die nach 8 Tagen, als sich ein Pilzrasen auf der Kulturplatte entwickelt hatte, sterile Lederstückchen von $1/4 \text{ cm}^2$ Größe gelegt wurden. Nach einer Woche war der größte Teil der Lederstücke von den Pilzmycelien der Dermatophyten befallen. Die bereits am dichtesten durchgewachsenen Stückchen wurden nun getrocknet und in Petrischalen von 12 ml Rauminhalt unter den gleichen Versuchsanordnungen, wie sie an den Polyamidfaserstrümpfen ausgeführt wurden, dem formaldehydhaltigen Desinfektionsmittel ausgesetzt.

Es wurden wiederum verschiedene Desinfektionsbedingungen geprüft:

1) Formaldehyd wurde in verschiedener Konzentration in trockenem und in feuchtem Milieu verwendet. Eine Versuchsreihe wurde mit Leder durchgeführt, das mit *Trichophyton mentagrophytes* infiziert worden war, die andere in entsprechender Weise mit *Trichophyton-rubrum*-infiziertem Leder. Dabei wurden mindestens 12 pilzinfizierte Lederstückchen randständig in einer Petrischale angeordnet, wie es bei den Polyamidfaserstrümpfproben beschrieben ist. In die Mitte der Petrischale wurde bei

der ersten Gruppe eine ganze Formalintablette (= 1,0 g Paraformaldehyd) gelegt, wobei also nur trockener Formaldehyd wirken konnte. Bei der zweiten Gruppe fanden Lysoform- und Lysoforminlösungen verschiedener Konzentrationen Anwendung, nämlich jeweils 10%ige, 5%ige, 2%ige und 1%ige Lysoform- und Lysoforminlösungen. Auch hierbei war darauf zu achten, daß das Desinfektionsmittel nicht in direkte Berührung mit dem Desinfektionsgut kam. Dazu wurde, wie bereits bei den Strumpfversuchen angegeben, ein etwa 200 cm² großer Leinenlappen mit 3 - 4 ml der Desinfektionslösung getränkt. Bei dieser Methode konnte der Formaldehyd als Dampf zusammen mit Feuchtigkeit wirken.

Lysoform und Lysoformin sind nach den Gutachten von B. SCHMIDT, KLIEWE und WINKLE (1959 - 1961) - in geeigneter Konzentration angewendet - bewährte Desinfektionslösungen, deren wirksamer Bestandteil - Formaldehyd - hier mit einer Seifenlösung kombiniert ist. Sysoform enthält 8 %, Lysoformin 10 % Formaldehyd.

2) Die Desinfektionskraft des Formaldehyds wurde nun bei +4°C im Kuhlschrank, bei +18°C Zimmertemperatur und bei +36°C im Brutschrank geprüft.

3) Die Einwirkungszeit war einmal auf 24 Stunden, ein andermal auf 48 Stunden festgelegt.

Bei allen Desinfektionsversuchen wurden zur Kontrolle gleichzeitig Kulturen von pilzinfizierten Lederproben angelegt, die nicht mit Desinfektionsmitteln behandelt waren.

Die Lederproben wie auch die Strumpfproben wurden in Schrägagarröhrchen auf einem speziellen Actidione-Nährboden für Dermatophyten verpflanzt. Nach GEORG (1953) enthält der genannte Nährboden neben dem SABOURAUD-Pilzagar einen antibiotischen Zusatz von Cycloheximid (= Actidione), Streptomycin und Penicillin. Dadurch wird das Wachs-

tum von Verunreinigungen (Bakterien oder Schimmelpilzen) weitgehend verhindert (ADAM und STITZ 1958). Cycloheximid wurde 1947 von LEACH aus *Streptomyces griseus* gewonnen und wird seitdem bei der kulturellen Diagnostik von Dermatophyten gern verwendet. Die antibiotische Wirkung des Cycloheximidagars läßt aber bereits nach 4 Wochen auch bei Lagerung im Kühlschrank nach (FEGELER 1956).

Der hier benutzte Actidione-Agar besteht aus dem üblichen SABOURAUD-Agar, der aus 40,0 g Glucose, 20,0 g Agar, 10,0 g Pepton und 1000 ml Wasser hergestellt wird. Nach Sterilisation im Autoklaven wurden dem auf $+50^{\circ}\text{C}$ abgekühlten Agar folgende antibiotischen Lösungen zugesetzt, und zwar auf 1000ml Nährboden

- 1) 10 ml Streptomycinlösung zu 40 000 Einheiten
- 2) 10 ml Penicillin-G-Kalium zu 20 000 Einheiten
- 3) 100 ml Cycloheximidlösung zu 500 mg.

Je 7 ml des Nährbodens wurden in Reagenzgläser gefüllt und zum Erstarren schräg gelegt, um eine möglichst große Oberfläche des Nährbodens zu erhalten. Nachdem in jedes Röhrchen 3 bis 6 Strumpfproben oder Lederteilchen verpflanzt waren, keimten die Dermatophyten oft schon am dritten oder vierten Tag aus, spätestens aber nach zwei Wochen. Nach ungefähr einem Monat wurde das Kulturergebnis nochmals kontrolliert.

In drei- bis viermaliger Wiederholung der Versuchsreihen wurden die Desinfektionsergebnisse gesichert.

ERGEBNISSE

Die ersten Desinfektionsversuche mit Formaldehyd beantworteten die Frage, ob die Schuhdesinfektion bei *Tinea pedis* lediglich mit Hilfe einer Formalintablette im trockenen Milieu erreicht werden kann. Es zeigt sich folgendes klare Ergebnis:

Weder $1/8$ oder $1/4$, noch $1/2$, eine ganze oder auch zwei Formalintabletten vermochten in den geschilderten Versuchsanordnungen sowohl bei $+18^{\circ}\text{C}$ als auch bei $+36^{\circ}\text{C}$ die Dermatophyten restlos abzutöten. Bei allen Polyamid-faserstrumpfprouben, die - wie hier nochmals betont sei - für diese Versuchsreihe nach der Infektion mit Pilzsuspension völlig getrocknet wurden, keimte *Trichophyton mentagrophytes* bei der Prüfung auf dem Actidione-Schrägagar aus. Auch wenn sich in der Petrischale (= 12 ml Rauminhalt) 2 Formalintabletten (= 2,0 g Paraformaldehyd) befanden, genügte das freigesetzte Formaldehydgas selbst bei $+36^{\circ}\text{C}$ in trockenem Milieu nicht, um die pilzverseuchten Strumpfprouben zu desinfizieren. (Tabelle 1) Die Versuchsergebnisse änderten sich sofort, wenn nicht trockene sondern feuchte pilzinfizierte Strumpfprouben verwendet wurden. Wiederum diente Formaldehyd in gleichen Konzentrationen wie in der ersten Versuchsreihe als Desinfektionsmittel. Nun konnte sich zeigen, ob der aus dem Paraformaldehyd bei $+18^{\circ}\text{C}$ und $+36^{\circ}\text{C}$ abgespaltene trockene Formaldehyd durch die Feuchtigkeit der Strumpfprouben aktiviert und damit desinfektionstüchtig wird.

Bereits 0,125 g Paraformaldehyd (= $1/8$ Formalintablette) ist innerhalb von 24 Stunden bei $+18^{\circ}\text{C}$ imstande, in einem Raum von 12 ml (= Volumen der Petrischale) bei Anwesenheit von Feuchtigkeit Dermatophytenkeime am Wachstum zu hindern und abzutöten. Bei den gleichzeitig ver-

impften nicht desinfizierten Strumpfpfoten wuchs *Trichophyton mentagrophytes*, wodurch ihre Pilzverseuchung bewiesen wurde. (Tabelle 2)

Zu den gleichen Ergebnissen, nämlich daß die Kulturanlagen negativ blieben, führte die folgende Versuchsreihe. Die Versuchsanordnung unterschied sich lediglich darin, daß die Polyamidfaserstrumpfpfoten nach der Desinfektion nicht sofort auf den Nährboden verpflanzt, sondern 3 Tage zur Abdunstung des eventuell noch anhaften en Formaldehyds in einer geschlossenen sterilen Petrischale aufbewahrt wurden (Tabelle 3).

Die folgende Desinfektionsprüfung ist abgeleitet von der häufig angegebenen Methode, die Schuhe mit Hilfe eines in 10%iger Formaldehydlösung getränkten Wattebauschs, Schwammes oder Leinenlappens zu desinfizieren. Dabei erwies sich die Desinfektion mit wäßriger Formaldehydlösung und mit Formaldehydseifenlösung (= unverdünntes Lysoform), die beide 8 % Formaldehyd enthielten, als ausreichend. Es war hier, wie aus den oben geschilderten Versuchsanordnungen hervorgeht, im Gegensatz zur Waschdesinfektion nur der Formaldehydwasserdampf, der auf die trockenen pilzinfizierten Strumpfpfoten einwirkt. Die Kulturanlagen blieben ohne Pilzwachstum, während die nicht mit Desinfektionsmittel behandelten Strumpfpfoten positive Kulturen ergaben. Nach dieser Versuchsreihe ist zumindest die Desinfektion mit 3 ml 8%iger Formaldehydlösung und konzentriertem Lysoform (= 8% Formaldehyd) bei +16°C und +36°C innerhalb von 24 Stunden in einem Raum von 12 ml (= Volumen der Petrischale) durch Abgabe von Formaldehyddampf wirkungsvoll. (Tabelle 4)

Für die eigentliche Schuhdesinfektion sind die Ergebnisse der Formaldehydwirkung an verpilztem Leder entscheidend. In den folgenden Untersuchungen wurden also an Stelle des mit *Trichophyton mentagrophytes* infizierten Polyamidfaser-

strumpfes Lederproben von $1/4 \text{ cm}^2$ Größe verwendet, von denen die eine Gruppe mit *Trichophyton mentagrophytes*, die andere Gruppe mit *Trichophyton rubrum* infiziert war. Die Ergebnisse zeigten, wie bereits bei den Versuchen mit den Strumpfproben, daß Formaldehydgas in trockenem Milieu unwirksam ist.

Die Kulturen von den Lederstückchen, die in der schon beschriebenen Weise in trockenem Milieu bei Temperaturen von $+ 4^{\circ}\text{C}$, $+ 18^{\circ}\text{C}$ und $+ 36^{\circ}\text{C}$ mit je einer Formalintablette zusammengebracht wurden, blieben nach einer Einwirkungszeit von 24 und 48 Stunden zum überwiegenden Teil positiv. Daraus folgt, daß die Desinfektionskraft des freigesetzten Formaldehyds auch am verpilzten Leder in trockenem Milieu in keiner Weise ausreicht.

Zunächst seien die Versuchsergebnisse dargestellt, die sich an den mit *Trichophyton mentagrophytes* infizierten Lederproben zeigten. Die mit jeweils 3 ml 10 %iger Lysoform-, 10 %iger und 5 %iger Lysoforminlösung getränkten zusammengeknöteten Leinenlappen von etwa 200 cm^2 Größe geben in einem Raum von 12 ml (= Volumen der Petrischale) genug Formaldehyddampf ab, um die Pilze restlos abzutöten, sowohl bei Temperaturen von $+ 4^{\circ}\text{C}$, $+ 18^{\circ}\text{C}$ und $+ 36^{\circ}\text{C}$ als auch einer Desinfektionsdauer von einem Tag und zwei Tagen. Sämtliche Kulturanlagen waren negativ.

Bei Verwendung von 5 %iger Lysoformlösung waren die bei $+ 4^{\circ}\text{C}$ dem Formaldehyd ausgesetzten Lederproben nach 24 und 48 Stunden nicht alle desinfiziert, so daß bei einem Teil der Kulturanlagen *Trichophyton mentagrophytes* auskeimte, während die Desinfektionskraft der 5 %igen Lysoformlösung bei höherer Temperatur, nämlich $+ 18^{\circ}\text{C}$ und $+ 36^{\circ}\text{C}$, zur restlosen Pilzvernichtung ausreichte.

2 %ige Lysoformlösung ist nur bei $+ 36^{\circ}\text{C}$ und mindestens einer Einwirkungsdauer von einem Tag desinfektions-

tüchtig. Bei $+ 4^{\circ}\text{C}$ und $+ 18^{\circ}\text{C}$ reicht ihre Desinfektionskraft nicht aus, obwohl bei $+ 18^{\circ}\text{C}$ und 2 Tagen Einwirkungszeit nicht alle Lederproben auf dem Nährboden Pilzwachstum ergaben.

Die 2 %ige Lysoforminlösung zeigt offensichtlich ihren etwas höheren Formaldehydgehalt darin, daß bei $+ 36^{\circ}\text{C}$ innerhalb eines Tages und bei $+ 18^{\circ}\text{C}$ von 2 Tagen das verpilzte Leder desinfiziert wird. Die 1 %ige Lysoforminlösung reichte für die Desinfektion der Lederproben nicht aus. Die Kulturanlagen zeigten mit ganz wenigen Ausnahmen in jeder Versuchsreihe bei der Prüfung Pilzwachstum.

Die 1 %ige Lysoforminlösung wurde nur bei $+ 18^{\circ}\text{C}$ und einer Einwirkungszeit von 24 und 48 Stunden geprüft. Sie gibt bei dieser hohen Verdünnung ebenfalls nicht genügend Formaldehyddampf ab, so daß die Dermatophyten in den Lederstücken bei der kulturellen Prüfung auskeimten.

Bei jeder Versuchsreihe wurden auch Lederproben, die nicht vorher mit Desinfektionsmittel behandelt waren ausgepflanzt. Ihre positiven Kulturen bewiesen die erfolgreiche Pilzverseuchung des Leders. (Tabelle 5)

Die Versuche an Lederproben, die mit *Trichophyton rubrum* infiziert waren, führten nicht so häufig zu Pilzwachstum. Bei Verwendung von 3 ml 10 %iger und 5 %iger Lysoform- und Lysoforminlösung, mit denen jeweils 200 cm^2 große zusammengewickelte Leinenlappen getränkt waren, wurde in einem 12 ml großen Raum (= Petrischale) genügend Formaldehyddampf abgegeben, so daß bei $+ 4^{\circ}\text{C}$, $+ 18^{\circ}\text{C}$ und $+ 36^{\circ}\text{C}$ und einer Einwirkungszeit von 24 und 48 Stunden sämtliche verpilzten Lederproben desinfiziert waren. Etwas anders fielen die Ergebnisse bei Verwendung von 2 %iger Lysoformlösung aus, denn dabei reichte bei $+ 4^{\circ}\text{C}$ und $+ 18^{\circ}\text{C}$ die Desinfektionskraft des Formaldehyddampfes

innerhalb von 24 Stunden nicht aus, und so ließ sich aus einigen Lederproben *Trichophyton rubrum* bei der kulturellen Prüfung züchten.

Auch 2 %ige Lysoforminlösung versagte in seiner Desinfektionswirkung bei + 4°C und 24 Stunden Einwirkungszeit.

Bei höherer Temperatur und längerer Einwirkungszeit desinfizierte sowohl 2 %ige Lysoforminlösung als auch 2 %ige Lysoforminlösung das verpilzte Leder, wobei die Versuchsanordnung so war, daß wiederum nur der Formaldehyddampf desinfizierend wirken konnte.

1 %ige Lysoforminlösung gab bei 4°C sogar innerhalb von 2 Tagen nicht genügend Formaldehyd ab, so daß die Kulturen dieser Versuchsserien positiv waren. Lediglich bei der Temperatur von + 36°C erwies sich die Desinfektionskraft der 1 %igen Lysoforminlösung als ausreichend, da nach einem Tag kein Pilzwachstum mehr nachweisbar war.

Die 1 %ige Lysoforminlösung wurde nur bei 18°C und einer Einwirkungsdauer von 24 und 48 Stunden geprüft. Auch nach 2 Tagen keimten hier bei einigen Versuchsansätzen noch Dermatophyten aus. Es war offensichtlich die zu geringe Menge an freigesetztem Formaldehyd zu keiner ausreichenden Desinfektion gekommen. (Tabelle 6)

Die nun folgenden Tabellen wie auch die beiden Abbildungen veranschaulichen und ergänzen die Technik der experimentellen Untersuchungen und fassen die Versuchsergebnisse zusammen.

T A B E L L E 1

Desinfektionsversuche am trockenen mit
Trichophyton mentagrophytes infizierten
Polyamidfaserstrumpf

Pilzwachstum					
	18°C		36°C		Temperatur
Desinfek- tionsmittel	1 Tag	2 Tage	1 Tag	2 Tage	Einwirkungszeit
1/8 Formalin- tablette	+++ +++	/	+++ +++	+++ +++	
1/4 Formalin- tablette	+++ +++	/	+++ +++	+++ +++	
1/2 Formalin- tablette	+++ +++	/	+++ +++	+++ +++	
1 Formalin- tablette	+++ +++	/	+++ +++	+++ +++	
2 Formalin- tabletten	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++	
ohne Desin- fektionsmittel	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++	

+ = Wachstum von Trichophyton mentagrophytes
(je 6 Kulturanlagen)

/ = Versuch nicht durchgeführt

TABELLE 2

Desinfektionsversuche an feuchten mit
Trichophyton mentagrophytes infizierten
Polyamidfaserstrumpf bei 18°C und
24 Stunden Einwirkungszeit

<u>Desinfektionsmittel</u>	<u>Pilzwachstum</u>
1/8 Formalintablette	ø
1/4 Formalintablette	ø
1/2 Formalintablette	ø
1 Formalintablette	ø
ohne Desinfektionsmittel	+

+ = Wachstum von Trichophyton mentagrophytes

ø = kein Pilzwachstum

T A B E L L E 3

Desinfektionsversuche am feuchten mit
Trichophyton mentagrophytes infizierten
Polyamidfaserstrumpf bei 18°C und
24 Stunden Einwirkungszeit und anschlie-
ßender 3-tägiger Lüftung

<u>Desinfektionsmittel</u>	<u>Pilzwachstum</u>
1/8 Formalintablette	Ø
1/4 Formalintablette	Ø
1/2 Formalintablette	Ø
ohne Desinfektionsmittel	+

+ = Wachstum von Trichophyton mentagrophytes

Ø = kein Pilzwachstum

TABELLE 4

Desinfektionsversuche am trockenen mit
Trichophyton mentagrophytes infizierten
Polyamidfaserstrumpf

Pilzwachstum						
	18°C		36°C		Temperatur	
Desinfek- tionsmittel	1 Tag	2 Tage	1 Tag	2 Tage	Einwirkungszeit	
3 ml 10 %ige Formalinlg.	ø	ø	ø	ø		
3 ml konz. Lysoformlg.	ø	ø	ø	ø		
ohne Desin- fektionsmittel	+	+	+	+		

+ = Wachstum von Trichophyton mentagrophytes

ø = kein Pilzwachstum

TABELLE 5a

Desinfektionsversuche an trockenen mit
Trichophyton mentagrophytes infizierten
Leder

Pilzwachstum							
Desinfek- tionsmittel	4°C		18°C		36°C		Tempe- ratur Ein- wirkungs- zeit
	1 Tag	2 Tage	1 Tag	2 Tage	1 Tag	2 Tage	
1 Formalin- tablette	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ ßßß	+++ ßßß	
10 %ige Lysoformlag.	ßßß ßßß	ßßß ßßß	ßßß ßßß	ßßß ßßß	ßßß ßßß	ßßß ßßß	
5 %ige Lysoformlag.	ß++ +++	ßßß +++	ßßß ßßß	ßßß ßßß	ßßß ßßß	ßßß ßßß	
2 %ige Lysoformlag.	+++ +++	+++ +++	+++ +++	++ß ßßß	ßßß ßßß	ßßß ßßß	
1 %ige Lysoformlag.	+++ +++	+++ +++	+++ ++ß	+++ ++ß	+++ ++ß	+++ ßßß	

+ = Wachstum von Trichophyton mentagrophytes
(6 Kulturanlagen pro Versuchsreihe)
ß = kein Pilzwachstum

TABELLE 5b

Desinfektionsversuche am trockenen mit
Trichophyton mentagrophytes infizierten
Leder

	Pilzwachstum						
	4°C		18°C		36°C		Tempe- ratur
Desinfek- tionsmittel	1 Tag	2 Tage	1 Tag	2 Tage	1 Tag	2 Tage	Ein- wirkungs- zeit
10 %ige Ly- soforminlg.	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	
5 %ige Ly- soforminlg.	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	
2 %ige Ly- soforminlg.	+++ +++	+++ +øø	+++ ++ø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	
1 %ige Ly- soforminlg.	/	/	+++ +++	+++ ++ø	/	/	
ohne Desin- fektions- mittel	+	+	+	+	+	+	

+ = Wachstum von Trichophyton mentagrophytes
(6 Kulturanlagen pro Versuchsreihe)

ø = kein Pilzwachstum

/ = nicht durchgeführte Versuchsanordnung

T A B E L L E 6a

Desinfektionsversuche am trockenen mit
Trichophyton rubrum infizierten Leder

Desinfek- tionsmittel	Pilzwachstum						Tempe- ratur Einwir- kungs- zeit
	4°C		18°C		36°C		
	1 Tag	2 Tage	1 Tag	2 Tage	1 Tag	2 Tage	
1 Formalin- tablette	+++ ++ø	+++ øøø	+++ +++	+++ +++	+++ øøø	+++ øøø	
10 %ige Lysoformlg.	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	
5 %ige Lysoformlg.	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	
2 %ige Lysoformlg.	+++ øøø	øøø øøø	+øø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	
1 %ige Lysoformlg.	+++ +++	øøø øøø	+++ +++	+++ ++ø	øøø øøø	øøø øøø	

+ = Wachstum von Trichophyton rubrum

ø = kein Pilzwachstum

TABELLE 6b

Desinfektionsversuche am trockenen mit
Trichophyton rubrum infizierten Leder

Pilzwachstum							
Desinfek- tionsmittel	4°C		18°C		36°C		Tempe- ratur Einwir- kungs- zeit
	1 Tag	2 Tage	1 Tag	2Tage	1 Tag	2 Tage	
10 %ige Ly- soforminlag.	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	
5 %ige Ly- soforminlag.	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	
2 %ige Ly- soforminlag.	++ø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	øøø øøø	
1 %ige Ly- soforminlag.	/	/	+++	+øø	/	/	
ohne Desin- fektions- mittel	+	+	+	+	+	+	

+ = Wachstum von Trichophyton rubrum

ø = kein Pilzwachstum

/ = nicht durchgeführter Versuch

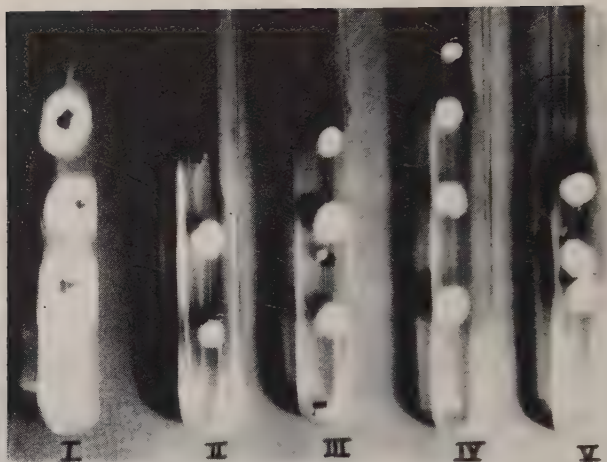


Abb. 1: Dermatophytenwachstum auf pilzinfizierten Lederstückchen. Bei I handelt es sich um 10 Tage alte, bei II - V um 7 Tage alte Kulturen.

- zu I: Die Lederstückchen waren bei 4°C 24 Stunden lang dem Formaldehyddampf einer 2 %igen Lysoformlösung ausgesetzt. Es wächst *Trichophyton mentagrophytes*.
- zu II: 3 Kulturen von *Trichophyton mentagrophytes* nach dem Desinfektionsversuch mit 2 %iger Lysoformlösung bei 36°C und 24 Stunden Einwirkungs-dauer.
- zu III: Mit *Trichophyton rubrum* infizierte Lederproben nach 24-stündigem Desinfektionsversuch mit 2 %iger Lysoformlösung bei 4°C .
- zu IV: wie III, die Versuchstemperatur war lediglich auf 18°C erhöht.
- zu V: Mit *Trichophyton rubrum* infizierte Lederproben, die nicht mit Desinfektionsmittel behandelt wurden.

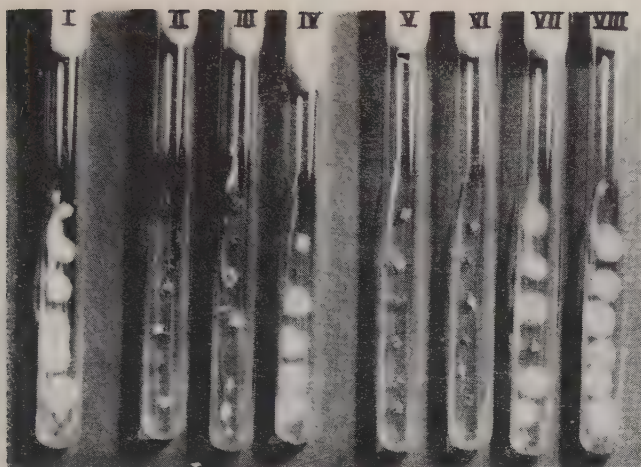


Abb. 2: Überblick über die Versuchsreihe an Lederstückchen, die mit Trichophyton mentagrophytes infiziert waren und bei 18°C 24 Stunden lang mit Formaldehydseifenlösung verschiedener Konzentration behandelt wurden. Gleichzeitig ist diese Abbildung eine Illustration zu den in der Tabelle 5 dargestellten Ergebnissen.

Es sind pro Reagenzglas jeweils 6 Kulturanlagen auf Actidion - Schräglagar eine Woche nach der Verimpfung zu sehen:

- zu I: Kontrollversuch ohne Desinfektionsmittel
- zu II: Kulturanlage nach Behandlung mit 10%iger Lysoformlösung
- zu III: nach 5%iger Lysoformlösung
- zu IV: nach 2%iger Lysoformlösung
- zu V: nach 10%iger Lysoforminlösung
- zu VI: nach 5%iger Lysoforminlösung
- zu VII: nach 2%iger Lysoforminlösung
- zu VIII: nach 1%iger Lysoforminlösung

D I S K U S S I O N

Diese Arbeit sollte in der Hauptsache einen Beitrag zur Desinfektion der Fußbekleidung bei *Tinea pedis* liefern. Für die hier angestellten Desinfektionsprüfungen wurden künstlich pilzinfizierte Strumpf- und Lederproben benutzt, bei denen vermutlich der Pilzbefall stärker war als bei solchen Proben, die direkt aus den Strümpfen oder Schuhen eines Fußpilzkranken genommen worden wären. Aber gerade bei der massenhaften Verseuchung mit Dermatophyten läßt sich der Effekt eines Desinfektionsmittels kritisch beurteilen. Die keimtötende Wirkung des Formaldehyds, der bei den hier durchgeführten Desinfektionsversuchen Anwendung fand, wurde erstmals 1885 von O. LOEW entdeckt. Formaldehyd verbindet sich als sehr reaktionsfähiger Stoff unter Aufspaltung seiner Doppelbindung mit Eiweißsubstanzen und verursacht dabei durch intramolekulare Kondensation Gerinnung, Verfestigung und Hartung. FRAENKEL - CONRAT (1948) und HEICKEN und SPICHER (1959) untersuchten diese Vorgänge bei der Inaktivierung von Phagen. Demnach beruht die Desinfektionskraft des Formaldehyds im wesentlichen auf der Reaktion der Aldehydgruppen, die Methylenbrücken zwischen bestimmten Aminogruppen einerseits und Phenol- und Imidazolringen andererseits innerhalb der Proteinmoleküle bilden. Es kommt dabei zu einer irreversiblen Veränderung des Mikrobenproteins. Lebenswichtige Zentren des Mikroorganismus werden ausgeschaltet, so daß er abstirbt. Sporen erweisen sich als 2 bis 15 mal widerstandsfähiger gegen Formaldehyd als Bakterien, wie PHILLIPS (1952) angibt. Formaldehyd hat sich in geeigneter Konzentration in wäßriger Lösung oder zusammen mit Wasserdampf als zuverlässiges Desinfektionsmittel bewährt (GELINSKY 1952; KRUSE 1952; NORDGREN 1939; REDDISH 1954) und vielfach Anwendung gefunden auch auf dem Gebiet der Fußpilzbe-

Kämpfung, wobei, wie bereits beschrieben wurde, die Desinfektion verpilzter Gegenstände von Bedeutung ist.

Die Versuchsergebnisse dieser Arbeit zeigen aber, daß Formaldehyd als Desinfektionsmittel versagt, wenn er in trockenem Milieu als Formaldehydgas wirken soll.

Die Herstellerfirma hat die Formalintabletten nur zum Zweck der Raumdeshinfektion in den Handel gebracht. Dazu soll der Paraformaldehyd, aus dem die Tablette besteht, mit Hilfe eines Spezialgerätes zusammen mit Wasser verdampft werden; denn Formaldehyd ist nur in Gegenwart von Wasser aktiv.

Die Methode der Schuhdesinfektion, eine trockene Formalintablette in jeden Schuh hineinzulegen und diesen für 24 Stunden in Zeitungspapier eingewickelt aufzubewahren, muß demnach als unzureichend fallen gelassen werden. Bekanntlich ist eine ungenügende Desinfektion gefährlicher als keine, weil sie eine falsche Sicherheit vortäuscht. Ferner ist zu bedenken, daß unterschwellige Konzentrationen von antibiotischen und antimykotischen Stoffen zur Adaption der Mikroorganismen, ja sogar zur Stimulation ihres Wachstums führen können. Nach LEISTNER (1958) stimuliert Formaldehyd in Konzentrationen von 0,001 bis 0,0001 % das Mikrobewachstum.

Es sei an dieser Stelle besonders auf die Arbeit von VOSS (1961) hingewiesen, der sich in experimentellen Untersuchungen mit der Waschesinfektion pilzinfizierter Strümpfe von Mykoseträgern beschäftigt hat. Er gibt sowohl einen Überblick über die bisher geprüften Verfahren einer Waschesinfektion als auch eine Aufstellung der bisher empfohlenen Methoden einer Schuhdesinfektion.

PFISTER (1952), KAPPEL (1960) und VOSS (1961) zeigen, daß der allgemein übliche Waschprozeß für die Desinfektion

bedeutungslos ist. Nach PFISTER (1952) vermag zwar einfaches Auskochen pilzverseuchter Baumwollstrümpfe innerhalb von 5 Minuten zu desinfizieren, jedoch läßt sich dieses Verfahren bei Kunstfaserstrümpfen nicht anwenden, da sie hitzeempfindlich sind. Für die tägliche Strumpfdesinfektion hat sich komplexe Formaldehydseifenlösung bewährt, wobei die Strümpfe jeden Abend für mindestens 10 Stunden in einer 1 %igen Lysoformlösung eingeweicht werden sollen. Danach erfolgt der gewöhnliche Waschprozeß (VOSS 1961, KADEN 1962).

KAPPEL (1960) schlägt eine entsprechende Methode vor, die sich lediglich darin unterscheidet, daß eine 1 %ige Lösung von dem Präparat BAYER 4169 verwendet wird.

Die Waschesinfektion hat den Vorteil, daß die formaldehydhaltige Lösung mit dem Material direkt in Berührung kommt. Besonders günstig ist die Formaldehydseifenlösung, wie sie in Lysoform und Lysoformin vorliegt, weil die Seifenlösung die Oberflächenspannung herabsetzt und so die Angriffsmöglichkeit des Formaldehyds vergrößert und seine Wirkung verstärkt. (VOSS 1961). Seifenlösung allein bietet durch ihr alkalisches Milieu eher gute Lebensbedingungen für die Dermatophyten (EDELMEYER 1959).

Die Schuhdesinfektion wird dadurch schwierig, daß man hierbei nicht den ganzen Schuh mit einer Formalinlösung einer erforderlichen Konzentration waschen kann ohne das Leder und damit den Schuh selbst unbrauchbar zu machen. So ist man bei der Schuhdesinfektion auf Formaldehyddampf angewiesen. BECK (1955) schlägt sogar die Vernichtung des in der Zeit der Pilzerkrankung getragenen Schuhzeuges vor, was zwar sicher aber kostspielig ist.

SCHÄFER und HAAS (1958) haben ein Verfahren ausgearbeitet, wobei der Schuh täglich mit Manuseptpaste, einem

halogenierten Phenolderivat, einzureiben ist. Dieses Präparat dringt auch in die Tiefe des Leders ein und tötet dort die Dermatophytenkeime ab, wie es sich an künstlich pilzinfizierten Lederproben zeigen läßt. Manusept entspricht der Anforderung, hautverträglich zu sein und das Leder geschmeidig zu erhalten.

Es liegen eine Reihe anderer Vorschläge vor, in denen Formaldehyd als wirksamstes Desinfektionsmittel bezeichnet wird.

In einem Schuh liegen mehrere Materialschichten übereinander, so daß sich die Pilzsporen auch in der Tiefe verbergen können. Gerade diese versteckten Pilzkeime sollen bei der Desinfektion erreicht werden. Je höher die Formalinkonzentration und je höher die Temperatur, desto eher wird die volle Desinfektionskraft garantiert.

So hat SCHAFER (1957) eine Formalindampfkammer erprobt, in der bei 50 bis 55°C innerhalb von 150' Formalinwasserdampf einer bestimmten Konzentration verpilzte Schuhe keimfrei macht. Danach erfolgt eine gründliche Auslüftung. Dieses Verfahren wird für das Ende jeder antimykotischen Therapie empfohlen.

Da auch nach klinischer Abheilung die Patienten möglichst lange - GÖTZ (1958) spricht von einem halben Jahr - Strümpfe und Schuhe regelmäßig und sorgfältig desinfizieren sollen, muß eine den Schuh möglichst schonende Desinfektion im Interesse des Patienten gefordert werden, zumal sie alle 8 Tage zu wiederholen ist.

Die häufigen Rezidive und die Langwierigkeit der Fußmykosen sind vor allem in dem zu frühen Abbrechen der antimykotischen Therapie und in der Reinfektion durch das Tragen der alten verpilzten Fußbekleidung zu suchen, die entweder mangelhaft oder gar nicht desinfiziert wurden.

Die Behandlung mit dem seit 1959 erfolgreich angewandten Präparat GRISEOFULVIN bringt in den meisten Fällen die Fuß- und Nagelmykosen zum Verschwinden (HUBER 1961). Es erzeugt jedoch keine Immunität, so daß nach Absetzen dieses Präparates eine Neuinfektion mit Dermatophyten befürchtet werden muß (KADEN 1962).

Sehr häufig wird die von GÖTZ (1958) angegebene Methode empfohlen: Ein mit 10 %iger Formalinlösung getränkter Wattebausch, Schwamm oder Leinenlappen wird in jede Schuhsohle gesteckt, dann wird der Schuh möglichst luftdicht in Zeitungspapier eingewickelt oder in einem Plastikbeutel 24 Stunden lang aufbewahrt. Anschließend ist der Schuh einen Tag gut auszulüften, damit aller Formaldehyd entweicht, der durch seinen stechenden Geruch und der Reizung der Schleimhäute schon in geringen Konzentrationen als unangenehm empfunden wird. Das Auslüften soll Hautreizungen und allergische Reaktionen verhüten. POLEMANN (1961) empfiehlt statt 24 Stunden Desinfektionszeit 48 Stunden bei der gleichen Methode.

Die oben genannte Art der Schuhdesinfektion muß nach den im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen als durchaus wirksam bezeichnet werden, denn nach den experimentellen Ergebnissen reichen noch niedrigere Konzentrationen von Formaldehydlösungen zur Desinfektionswirkung aus. Doch kann man die hier angewendete Versuchsanordnung und daraus gewonnenen Ergebnisse nicht unmittelbar auf die Praxis übertragen, zumal das Material des Schuhs mehr Schlupfwinkel für die Pilzsporen bietet als einfache Lederstückchen. Es ist deshalb für die Praxis eine höhere Konzentration zu fordern als die in den Versuchen verwendete.

In ähnlicher Weise wie für 10 %ige Formaldehydlösung wurde die Desinfektionswirkung von Lysoform- und Lysoforminlösung in verschiedener Konzentration geprüft. Da-

bei zeigten sich 10 %ige Lysoform- und 5 %ige Lysoforminlösung absolut desinfektionskräftig.

Diese Konzentrationen liegen natürlich wesentlich höher als die, die für die Wasch- und Scheuerdesinfektionen erprobt wurden. Nach den Gutachten von WINKLE (1959, 1961) ist z.B. zur Scheuerdesinfektion entweder eine 1 %ige Lysoforminlösung oder eine etwa 2 %ige Lysoformlösung mit einstündiger Einwirkungszeit erforderlich, während für die Wäschedesinfektion z.B. eine 2 %ige Lysoformlösung innerhalb von 3 Stunden, eine 4 %ige Lysoformlösung innerhalb von 2 oder eine 1/2 %ige Lysoformlösung innerhalb von 12 Stunden genügen.

Wird einem Patienten Lysoform (solutio formaldehydi saponata) zur Wasch- und Scheuerdesinfektion verpilzter Kleidungsstücke und Gegenstände verschrieben, kann er das gleiche Mittel auch zur Schuhdesinfektion benutzen, und zwar auf Grund der Versuchsergebnisse erscheint für Lysoform bzw. Lysoformin eine Verdünnung 1:10 oder etwas mehr angezeigt.

Wichtig ist also auch, den Einfluß der Temperatur auf die Formalinwirkung zu kennen. Bei Zimmertemperatur verläßt Formaldehyd sehr rasch die Gasphase und schlägt sich auf der Oberfläche als Polymerisationsprodukt, Paraformaldehyd, nieder (REDDISH 1954). FILLEY (1945) weist darauf hin, daß Formaldehyd an Desinfektionskraft bei einer Temperatur unter +18°C verliert, eben weil er zur Polymerisation neigt. Bei höherer Temperatur verdunstet Wasserdampf und Formaldehyd zu gleichen Teilen. Durch Temperaturanstieg wird die chemische Umsetzung, auf der die chemische Desinfektion beruht, gesteigert, wie auch aus den Versuchsergebnissen ersichtlich ist.

So kann man auf Grund der Resultate dieser Arbeit folgende Desinfektionsmethode vorschlagen:

Ein Wattebausch, Schwamm oder Leinenlappen wird mit einer frisch hergestellten Formaldehydseifenlösung in der Verdünnung 1:10 gut getränkt und in die Spitze des verpilzten Schuhs gesteckt. In einem luftdichten Plastikbeutel wird er dann bei Zimmertemperatur, also bei etwas über 18°C, für 24 Stunden aufbewahrt. Anschließend muß der Schuh gut ausgelüftet werden, auch das geschieht zweckmäßig bei einer Temperatur von über 18°C.

Die Schuhdesinfektion soll möglichst alle 8 Tage wiederholt werden (KADEN 1962), auch nach Abheilung der Tinea pedis, um eine Reinfektion zu verhindern.

POLEMANN (1961) betont, daß es wichtiger sei, durch richtige Fußpflege die natürliche lokale Resistenz der Fußhaut gegenüber Infektionen aufrechtzuerhalten, zu unterstützen und zu vermehren, als alle Aufmerksamkeit ängstlich der weitgehend nutzlosen Verhinderung eines Kontaktes mit Dermatophyten oder anderen ubiquitären Keimen zu widmen. Die Pilze bevorzugen jene Hautregionen, wo der natürliche Säuremantel unterbrochen ist (WEUFFEN 1959). Es gehört ferner zur Prophylaxe, nach jedem Baden die Füße gut abzutrocknen, besonders die Interdigitalräume trockenzuhalten und luftige Schuhe z.B. Sandalen zu tragen. Wo der Fuß durch ungünstige Bekleidung in einem feuchtwarmen Milieu steckt, ist besonders auf sorgfältige Fußpflege zu achten. Hierbei sollen möglichst antimykotische Puder mit-helfen, den natürlichen Schutz der Fußhaut gegen Infektionen zu erhalten (FISCHER, E. 1951).

Dort, wo geeignete Desinfektionsmaßnahmen in der Behandlung der Tinea pedis ausgeführt werden, ist ein merklicher Rückgang der Fußmykosen zu verzeichnen. ESPELAGE (1957) erreichte z.B. durch konsequente Durchführung einer täglichen Fußdesinfektion unter den Bergleuten eine Abnahme des Pilzbefalles von 70 auf 40 % innerhalb einer 4-monatigen Behandlungszeit. Auch KELLER (1961) erzielte durch den sorgfältigen Gebrauch eines PHEBROCON - Sprays

(= Dioxaphenylhexan + Chlormethylisopropylphenol + Benzoesäureester) unter den Bergarbeitern ein kontinuierliches Absinken der Fußmykosen.

In der vorliegenden Arbeit konnte durch die experimentellen Untersuchungen einerseits auf die Unbrauchbarkeit der Formaldehydtrockendesinfektion hingewiesen, andererseits die Desinfektionswirkung des Formaldehyds in wäßrige Lösung oder zusammen mit Wasserdampf bestätigt werden.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Desinfektion der Fußbekleidung spielt in der Bekämpfung der unter der Bevölkerung weit verbreiteten Verpilzung der Füße, sei es unter dem Bild der Interdigitalmykose oder unter dem Bild der Onychomykosen, eine wesentliche Rolle.

Die Ansiedlung von Dermatophyten wird bei einem bestimmten feuchtwarmen, leicht alkalischen Milieu der Fußhaut begünstigt. Der Fußpilzkranke verbreitet Pilzkeime in seine Umgebung, vor allem setzen sich die Erreger in der Fußbekleidung fest, wodurch sie zu einem Pilzreservoir wird. Diese Quelle der Reinfektion für den Patienten und der Infektion für andere Menschen muß beseitigt werden.

Immer wieder auftretende Rezidive veranlaßten eine genaue Prüfung der den Pilzkranken empfohlenen Desinfektionsmethoden für seine infizierten Kleidungsstücke und Einrichtungsgegenstände.

Die Methode der Schuhdesinfektion durch das Einlegen einer Formalintablette in das Schuhinnere warf die Frage auf, ob Formaldehyd überhaupt imstande ist, in trockenem Milieu zu desinfizieren. Das gab die Anregung, experimentell die Desinfektionskraft des Formaldehyds in verschiedenen Konzentrationen in trockenem und feuchtem Milieu und bei Verwendung von Lysoform sowie bei verschiedenen Temperaturen (+ 4°C, + 18°C und + 36°C) und verschiedener Einwirkungszeit (24 und 48 Stunden) zu prüfen.

Das zu desinfizierende Material waren einerseits künstlich mit Trichophyton mentagrophytes (KAUFMANN-WOLF) infizierte Polyanidfaserstrumpfprouben, andererseits mit Trichophyton mentagrophytes oder mit Trichophyton rubrum (CASTELLANI) infizierte Lederproben.

Die Versuchsanordnung war derart, daß nur Formaldehyddampf oder trockenes Formaldehydgas das Desinfektionsgut erreichte, weil auch bei den praktischen Schuhdesinfektionsmethoden im wesentlichen nur Formaldehyddampf - nicht direkte Benetzung mit einer formaldehydhaltigen Lösung - auf die Pilzsporen, vor allem die in der Tiefe liegenden, zur Wirkung gelangt.

Die Versuchsergebnisse dieser Arbeit zeigen, daß Formaldehyd in trockenem Milieu nicht desinfiziert. Die Methode der Schuhdesinfektion mit Hilfe einer Formalintablette ist also nicht brauchbar.

Dagegen besitzt der Formaldehyd in geeigneter Konzentration bei Anwesenheit von Feuchtigkeit, also in wäßriger Lösung oder zusammen mit Wasserdampf, eine gute Desinfektionskraft. Diese nimmt mit steigender Temperatur und Einwirkungszeit zu.

Die Untersuchungen ergeben für die Schuhdesinfektion auch die Anwendungsmöglichkeit einer komplexen Formaldehydseifenlösung, die bisher nur zur Wasch- und Scheuerdesinfektion empfohlen worden ist.

Die experimentellen Ergebnisse mit Formaldehyd bei Anwesenheit von Feuchtigkeit oder durch Verwendung von Lysoformlösung haben bewiesen, daß eine Desinfektion pilzinfiltrierter Fußbekleidung sicher und einwandfrei gelingt, und daß sich daraus brauchbare Desinfektionsvorschriften für die Behandlung pilzkranker Patienten ableiten lassen.

L I T E R A T U R N A C H W E I S

ADAM, W.

Externe und interne Therapie von Dermatomy-
kosen und ihre Indikation.

Medizinische 42, 1980 (1959)

ADAM, W. und K. STEITZ

Zur Wirkung von Cycloheximid auf Pilzkulturen.

Zschr. f. Haut- u. Gesch.kr. 25, 153 (1958)

AJELLO, L. a. MORTON a. GETZ

Recovery of Dermatophytes from Shoes and
Shower Stalls.

J. Investigat. Dermat. (Baltimore) 22, 17 (1954)

AMMEDI, H.

Reihenuntersuchungen über die Häufigkeit der
Fußmykose in der Schweiz.

Praxis (Bern) 11, 197 (1953)

BECK, F.

Die Fußmykose im fränkischen Raum mit Behand-
lung und Prophylaxebeiträgen.

Zschr. f. Haut- u. Gesch. 19, 15 u. 41 (1955)

BERBERIAN, D.A.

Dermatophytosis of the Feet. Sources and
Methods of Prevention of Reinfection.

Arch. Dermat. Syph. (Chicago) 38, 367 (1938)

BROUGHTON, R.H.

Reinfection from Shoes and Socks in Tinea Pedis.

Brit. J. Dermat. 67, 249 (1955)

CARRIE, C. und H. ZANTOPF

Über das Vorkommen von Epidermophytia digita-
lis bei Bergleuten.

Derm. Wschr. 112, 315 (1941)

EDELMEYER, H.

Kann der Fußpilzerkrankung durch Vorbeugungs-
maßnahmen begegnet werden?

Der prakt. Desinfektor 51, 11 (1959)

EMMERSON, B.T.

Survey of the Incidence of Interdigital Tinea
in a Group of Students from the University of
Queensland.

Med. J. Austr. 2, 837 (1951)

ESPELAGE, S.

Fortschrittliche Pilzbekämpfung in öffentli-
chen Badeanstalten und Industriebädern.

Münch. med. Wschr. 2, 946 (1954)

FEGELER, F.

Cycloheximid-Agar, ein Fortschritt in der
Züchtung der Dermatophyten.

Dermatologica 113, 65 (1956)

FISCHER, E.

Beitrag zur Infektiosität der Strümpfe und
Schuhe bei Patienten mit Fußmykosen.

Dermatologica 103, 97 (1951)

FISCHER, G.W.

Schuh- und Strumpfdesinfektion bei Epidermo-
phytie.

Hautarzt 3, 549 (1952)

FRAENKEL-CONRAT, H. und H.S. OLOTT

Reaction of Formaldehyde with Proteins.

Cross-linking of Amino-groups with Phenole,
Imidazole or Indole Groups.

J. Biol. Chem. 174, 827 (1948)

GELINSKY, E. und G. LOCKEMANN

Der Einfluß von Alkali, insbesondere von Soda,
auf die keimtötende Wirkung siedender Formalde-
hydösungen.

Zschr. f. Hyg. u. Infektionskr. 134, 394 (1952)

GEORG, L.K.

Use of Cycloheximide Medium for Isolation of
Dermatophytes from clinical Materials.

Arch. Derm. Syph. (Chicago) 67, 355 (1953)

GIBBSON, M.P. und M.D.

Studien über die Epidemiologie der Tinea Pedis.

Brit. Med. J. 1, 1442 (1959)

GÖTZ, H.

Zur Behandlung der Epidermophytie.

Münch. med. Wschr. 1952, S. 1523

" Fortschritte der medizinischen Mykologie.

Hautarzt 4, 97 u. 145 (1953)

" Erkennung und Behandlung der Hautmykosen.

Dtsch. med. Wschr. 58, 1189 (1958)

GÖTZ, H. und M. ELSNER

Untersuchungen über den Einfluß von Strümpfen
aus Polyamidfasern auf Tinea (Epidermophytia)
Pedis.

Mykosen 1, 6 (1961)

GRIMMER, H.

Die Epidemiologie der Berliner Epidermophytien
in den Jahren 1952 - 1959.

HANSEN, P. und H. RIETH

Pilzprobleme in der werkärztlichen Praxis.

Berufsdermatosen 5, 244 (1957)

HEICKEN, K. und G. SPICHER

Über die Kinetik der Inaktivierung und Reakti-
vierung von Phagen.

Ztrbl. f. Bakteriologie. Parasitenkunde. Infektionskr.
und Hygiene Nov. 1958

" Über die Kinetik der Inaktivierung und Reakti-
vierung von Phagen. III. Mitteilung.

Treffertheoretische Analyse des Inaktivie-
rungsvorganges von Phagen durch Formaldehyd.

Zschr. f. Naturforsch. (Tübingen) 14, 318 (1959)

HEICKEN, K. und G. SPICHER

Über die Kinetik der Inaktivierung und Reaktivierung von Phagen. IV. Mitteilung.

Über den chemischen Mechanismus der Formaldehydinaktivierung von Phagen.

Zbl. f. Bakt. 175, 321 (1959)

HENDERSON, Y.

Fungusinfektion of the Feet. Fumigation of Shoes with Formaldehyde as a Means of Treatment.

Arch. Dermat. Syph. (Chicago) 26, 710 (1932)

HUBER, P.

Zur Frage der Rezidive bei Mykosen nach Griseofulvinbehandlung.

Dermatologica 123, 164 (1961)

JAMIESON, R.

Ringworm of the Feet. Shoes and Slippers as a Source of Reinfection.

Arch. Dermat. Syph. (Chicago) 44, 837 (1941)

JUNG, W.

Die Desinfektion in Badeanlagen.

Arch. d. Badewesens S. 203 (1953)

KADEN, R.

Waschdesinfektion von Bekleidungsstücken bei Dermatomykosen.

Therapiewoche 12, 149 (1962)

KAPPEL, U.

Experimentelle Untersuchungen über die Desinfektionsmöglichkeit von mit hautpathogenen Pilzstämmen infizierter Strumpfbekleidung aus Chemiefaserstoffen.

Mykosen 3, 83 (1960)

KELLER, E.A.

Therapieprobleme der Interdigitalmykose bei Bergarbeitern.

Ärztliche Praxis 42, 2159 (1961)

KERNN, D.

Über den Nachweis pathogener Pilzerreger in
Bekleidungsstücken.

Dissertation, Berlin 1961

KLIEWE, H.

unveröffentlichte Arbeiten:

Gutachten über Lysoformin (1959)

Gutachten über Lysoform (1959)

KLÖVERHOFF bei KAPPEL (1960) erwähnt

KRUSE, H.

Kurze Darstellung der heute vorhandenen Mittel
und Möglichkeiten zur Desinfektion und Steri-
lisation.

Der prakt. Desinfektor 1, 2 (1952)

KUSKE, H.

Über die Pilzinfektion der Füße, mit therapeu-
tischen Ratschlägen für die Allgemeinpraxis.

Praxis (Bern) S. 683 (1950)

LEACH bei KERNN (1961) genannt

LEISTNER, L.

Kann eine Stimulierung von Mikroorganismen
durch Desinfektionsmittel verursacht werden?

Desinfektion u. Gesundheitswesen 1, 3 (1958)

LOEW, O. bei GELINSKY angegeben

MECHELS, O.

Über physiolog. biolog. und textilchem. Unter-
suchungen an Textilien.

Mitteilung des Forschungsinst. Vohenstein
Sept. 1957

MENNENSCHEIDT, A.

Beobachtungen über das epidemische Auftreten
von Pilzerkrankungen in der Industrie.

Klin. Wschr. 1, 206 (1936)

MÜHLENS, K.I.

Beitrag zum Problem der Desinfektion Übertrag-
barer Hautpilze.

Arch. f. Hyg. 141, 373 (1957)

NORDGREN

Investigations on the Sterilization Efficacy
of Gaseous Formaldehyd.

Acta pathol. et microbiol. Scand. Suppl. 40 (1939)
genannt in:

Desinfection of Fabrics with Gaseous Form-
aldehyde, by the Committee on Formaldehyde
Desinfection of the public Health Laboratory
Service.

The Journal of Hygiene LVI, 488 (1958)

PECK, S.M.

Role of Sweat as a Fungicide.

Arch. Dermat. Syph. (Chicago) 39, 126 (1939)

PECK 1952 zitiert in POLEMANN (Klinische Mykologie)
1961

PFISTER, R.

Waschfestigkeit und Wärmoresistenz der pathoge-
nen Hautpilze besonders der *E. rubrum* (Castel-
lani).

Hautarzt 3, 358 (1952)

PHILLIPS bei REDDISH erwähnt

POLEMANN, G.

Über die praktische Bedeutung und Behandlung
von Pilzkrankheiten.

Therapiewoche 6, 536 (1955)

" Zum Nachweis hautpathogener Pilze in der Fuß-
bekleidung.

Dtsch. med. Wschr. 82, 536 (1957)

" Klinik und Therapie der Pilzkrankheiten.
Georg Thieme Verlag 1961

PRIMAVESI, K.A.

Neuzeitliche antibakterielle und antimykotische
Desinfection von Waschkaufen

Berufsdermatosen 2, 123 (1957)

REDDISH, G.

Antiseptics, Disinfectants, Fungicides and
chemical and physical Sterilization.
Philadelphia 1954 p. 372, 542, 671.

RIEHL, G.

Griseofulvin ein oral wirkendes Antimykotikum.
Hautarzt 10, 136 (1959)

RÖMPP, H.

Chemie-Lexikon
4. Auflage S. 1543 (1956)

SAMEL, E.

Dermatomykosen - ein therapeutisches Problem?
Zschr. f. Haut- und Gesch.kr. 19, 119 (1955)

SCHÄFER, W. und F. HAAS

Zur Desinfektion von Schuhen.
Hautarzt 9, 135 (1958)

SCHÄFER, W.

Zur Desinfektion von Gummimatratten und Leder-
schuhen durch Formalinverdunstung.
Der praktische Desinfektor 49, 98 (1957)

SCHEFFLER, H.

Über die Verbreitung der Hautpilzinfektionen
und Pilzuntersuchungsergebnisse bei Schul-
pflichtigen.
Mykosen 1, 102 (1958)

SCHIRREN, C., P. HANSEN und H. RIETH

Bericht über eine Reihenuntersuchung der männ-
lichen Betriebsangehörigen eines Gummibetriebes
auf Dermatomykosen der Füße.
Berufsdermatosen 4, 59 (1956)

SCHIRREN, C.

Antimykotische Wirksamkeit einer neuen Gummi-
qualität für Schuhe.
Ztrbl. f. Arbeitsmed. u. Arbeitsschutz 1,
13 (1957)

SCHMIDT, B.

unveröffentlichte Arbeiten:

Fachhygienisches Gutachten über Lysoform (1959)

Fachhygienische Gutachten über Lysoformin
(1959 und 1960)

STEGNER, A.

Untersuchungen über die möglichen Wege einer
rationellen Therapie der Dermatomykosen.

Zschr. f. Haut- und Gesch.kr. 21, 303 (1956)

STURDE, H.C.

Untersuchungsbericht über die Morbidität an
Tinea Pedis (Epidermophytie) an Soldaten der
Bundeswehr.

Zschr. f. Haut- und Gesch.kr. 12, (1961)

TILLEY bei REDDISH genannt

VOSS, D.

Vergleichende experimentelle Studien zur Des-
infektion pilzinfizierter Strümpfe mit kom-
plexer Formaldehydseifenlösung.

Dissertation, Berlin 1961

WALTHER, H.

Zur Therapie der Hautkrankheiten.

Schrifttumsübersicht 1960

Dtsch. med. Journal 2, (1962)

WEILE, H.

Interdigitalmykosen.

Zschr. f. Haut- und Gesch.kr. 19, (1951)

WEUFFEN, W.R., POHLOUDEK-FABINI

Ein Beitrag zur Frage des Einflusses der Was-
serstoffionenkonzentration auf die Wirkungs-
intensität der Antimykotika.

Dtsch. med. J. 10, 340 (1959)

WILDE, H.

Verbreitung und Bedeutung der durch Pilze und
Bakterien bedingten Hautkrankheiten im Bergbau.

Die Medizinische 7, 262 (1956)

WILDE, H.

Über die Verbreitung der Pilzinfektionen im
Bergbau und über die Maßnahmen ihrer Bekämpfung.
Der Hautarzt 3, 116 (1955)

WINKLE, S.

unveröffentlichte Arbeiten:
Gutachten über das Präparat Lysoformin (1961)
Gutachten über Lysoform (1959 und 1960)

ZWEILING, G.

Bekämpfung der Pilzerkrankungen in gewerblichen
Betrieben.
Ztrbl. f. Arbeitsmed. und Arbeitsschutz
4, 126 (1955)

Lebenslauf.

Am 7. September 1938 wurde ich, Helga Ropelius, als Tochter des Bankangestellten Herbert Ropelius und seiner Ehefrau Ilse Ropelius geborene Peisker in Berlin geboren, wo ich mit einer zwei Jahre älteren Schwester und einem drei Jahre jüngeren Bruder aufwuchs.

Im August 1944 wurde ich in Struvenberg bei Niederfinow, wohin wir während des Krieges eine Zeit umgesiedelt waren, eingeschult. Vom Sommer 1945 an bis 1951 besuchte ich die Grundschule in Berlin-Reinickendorf, anschliessend die ebenfalls dort gelegene Friedrich-Engels-Schule, auf der ich meine Reifeprüfung im Mai 1957 ablegte.

Im Sommersemester 1957 begann ich das Studium der Humanmedizin an der Freien Universität in Berlin. Hier bestand ich im August 1959 meine Ärztliche Vorprüfung. Im Wintersemester 1960/61 studierte ich in Innsbruck, setzte aber danach das Studium wieder an der Freien Universität in Berlin fort. Unter der Leitung von Herrn Professor Dr. Kaden begann ich während des Sommersemesters 1961 in der Dermatologischen Klinik des Rudolf-Virchow-Krankenhauses die Arbeit für meine Dissertation.

Mein Medizinstudium beendete ich im Juli 1963 mit dem Staatsexamen. Während der folgenden Medizinalassistentenzeit beabsichtige ich im evangelischen Krankenhaus in Holzwinden zu arbeiten.

